

روشن نمودن رفتار تیرهای لانه زنبوری به عنوان ناقلان بارهای زمینلرزه

مجری: آقای دکتر مهرا ن تیو- آقای دکتر فریبرز ناطقی الهی
همکار: آقای مهندس مازیار حسینی

تیرهای لانه زنبوری مقاطعی هستند که از جوش مجدد دو نیمه یک پروفیل نورد شده که تحت الگوی خاصی برش خورده و از قسمت جان از یکدیگر جدا گردیده اند، حاصل می گردد. پس از اتصال مجدد، تیر حاصل از ارتفاع بیشتری نسبت به تیر مادر برخوردار گشته و بازشوهایی شش وجهی را در جان خود، خواهد داشت. قاعدتاً با افزایش ارتفاع، ممان اینرسی و اساس مقطع تیر، حول محور اصلی خمش، افزایش قابل توجهی یافته و بالطبع ظرفیت خمشی تیر لانه زنبوری نیز، به مراتب نسبت به تیرمادر خواه افزایش می یابد. اما در مقابل فرآیند تولید این تیرها که مستلزم برش حرارتی و جوش مجدد ناحیه حرارت دیده می باشد، می تواند باعث تحمیل تنش های پس ماند ثانویه، تردی و کاهش کیفیت مصالح تیر گردد، که به این مسئله می بایست شرایط جدیدی را که به سبب وجود بازشوها و حذف جان در قسمتهای مختلف تیر ایجاد می گردد را نیز، اضافه نمود.

علیرغم آنکه بیش از نه دهه از عمر استفاده از این نوع تیرها می گذرد و سوابق مکتوب و توصیه های فراوانی در مورد ساخت و طرح این گونه تیرها در ادبیات فنی و متون موجود می باشد، اما در رابطه با عملکرد لرزه ای و دینامیکی این تیرها اطلاعات قابل استناد و مناسبی در دسترس نمی باشد. از طرفی به دلیل عدم تولید مقاطع نورد شده عمیق در صنعت فولاد سازی کشور، استفاده از تیرهای لانه زنبوری در ساختمانهای فولادی به صور مختلف از جمله؛ تیرهای اصلی باربر و لرزه بر (تیرهای اصلی برشی در قابهای مقاوم خمشی) بسیار متداول و در بیشتر مواقع برای طراحان، تنها راه حل اقتصادی است. لذا در این تحقیق با توجه به پهنه لرزه خیزی که غالب شهرهای کشور در آن واقع گردیده، و با توجه به امکانات آزمایشگاهی موجود، با بهره گیری از آزمایشات شبه استاتیکی (Quasi-Static) در قالب بارگذاری؛ یکنواخت (Monotonic) و چرخه ای (Cyclic) در مقیاس واقعی، سعی شده است تا گامهای نخستین در این راه برداشته شود.

بدین منظور هشت نمونه تیر لانه زنبوری از نوع CPE180 مطابق با الزامات آئین نامه فولاد ایران، تهیه گردیده و در دهانه ای به طول 525 cm که دهانه رایج در ساخت و ساز کشور می باشد، تحت تأثیر لنگرهای دو انحناء ای (Double-Curvature) مطابق با الگوی بارگذاری توصیه شده در دستورالعمل "ATC24" مورد آزمایش قرار گرفته است. در کنار آزمایشات، به کمک روش اجزاء محدود و با استفاده از نرم افزار ANSYS 5.4 آزمایشات شبیه سازی گردیده و رفتار سیستم و پاراکترهای مشخصه آن مورد مطالعه قرار گرفته است.

افزون بر این جهت شناسایی خصوصیات مکانیکی تیرهای مورد مطالعه، ده آزمایش کشش استاندارد (Coupon Test) مطابق با استاندارد (ASTM E8M) بر روی نمونه های تهیه شده از تیرهای آزمایشی، انجام پذیرفته است. در کنار آن

آزمایشات متنوعی نیز جهت بررسی کیفیت جوش نمونه‌ها، به انجام رسیده که نتایج آن در متن تحقیق و ضمائم آن ارائه گردیده است.

مود اصلی خرابی حاکم بر تیر، که در جریان آزمایشات و همچنین مطالعات تحلیلی ملاحظه گردید. کماتش مقاطع (T) شکل مجاور با اولین جان پر بعد از ناحیه اتصال می‌باشد، که به آن کماتش خمیری فشاری اولین جان پر بعد از ناحیه اتصال نیز، افزوده می‌گردد. با توجه به مکانیسم خرابی تیر، زوال (Deterioration) مقاومت بصورت تدریجی روی داده و اثری از ایجاد ترک و گسترش آن و همچنین کاهش ناگهانی مقاومت، مشاهده نگردیده است. در بررسی رفتار پسماند (Hysteresis) تیر نیز، مشخص گردید که چرخه‌ها در برابر تغییر شکل‌های خمیری فزاینده اعمالی، حالتی پایدار داشته و اثری از کاهش ناگهانی مقاومت، سختی و یا باریک شدگی در آنها مشاهده نمی‌گردد. همچنین تیر از ظرفیت دوران و شکل پذیری قابل قبولی برخوردار می‌باشد. مجموعه شواهد فوق می‌تواند نشانه‌ای از توانایی جذب و استهلاک قابل توجه انرژی بدون کاهش قابل ملاحظه‌ای در ظرفیت خمشی تیر باشد. روابطی نیز جهت برآورد ظرفیت دوران و منحنی لنگر - دوران حاکم بر تیر ارائه شده است.

در کل، با عنایت به آنچه که بطور اجمال از نظر گذشت و با استناد بر نتایج حاصل از مطالعات آزمایشگاهی و تحلیلی انجام پذیرفته، می‌توان چنین جمع بندی نمود که استفاده از تیرهای "لانه زنبوری استاندارد" که الزامات و محدودیت‌های آئین نامه ای را در رابطه با جزئیات، هندسه و نحوه ساخت خود، برآورده نمایند، به عنوان تیرهای اصلی لرزه بر در قاب‌های فضائی خمشی معمولی بلامانع خواهد بود. اما شایسته است تا زمان انجام مطالعات تکمیلی دینامیکی، از استفاده آنها در قاب‌های فضائی خمشی ویژه، حتی الامکان اجتناب گردد.